

文章编号: 0253-9985(2001)04-0342-05

和田河气田石炭系沉积相特征与演化*

蒋裕强¹, 王兴志¹, 周新源², 陶艳忠¹, 王招明², 沈小丽¹

(1. 西南石油学院, 四川南充 637001; 2. 塔里木油田分公司, 新疆库尔勒 841000)

摘要: 和田河气田石炭系主要发育混合台地、碎屑滨岸和浅海(陆棚)沉积相。混合台地是区内主要沉积相, 可划分出4种亚相, 当台内有水下隆起时, 由岸向海4种亚相发育齐全; 反之, 则缺失局限台地和台内滩亚相。混合台地相具有物源近、水体浅、能量较弱的特点, 总体上为以细粒为主的碎屑岩和碳酸盐互层沉积, 当气候干燥炎热或水体受到局限时, 还可形成大量石膏沉积。碎屑滨岸相分布在石炭系砂砾岩段, 划分为后滨、前滨及临滨亚相, 以细粒碎屑岩为主。浅海陆棚相分布在石炭系下泥岩段, 主要为泥岩夹粉砂岩。在中、晚海西运动影响下, 石炭系从巴楚期、卡拉沙依期到小海子期整体表现为一次大的海侵-海退旋回, 沉积环境也表现为由碎屑滨海向混合浅水台地的演化。

关键词: 沉积相; 滨浅海; 混合台地; 演化; 石炭系; 和田河气田

第一作者简介: 蒋裕强, 男, 37岁, 博士生, 石油地质

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

1 类型及特征

和田河气田石炭系可划分出3种沉积相、7种亚相和17个微相。

1.1 混合台地相

该环境距离物源近、水体浅、能量较弱, 总体形成了一套以细颗粒物为主的碎屑岩和碳酸盐互层的沉积。当气候干燥炎热或水体受到局限时, 沉积环境内水体咸化, 则可形成大量的石膏沉积; 当水体循环良好, 气候潮湿时, 则无蒸发岩类和蒸发矿物, 在潮上可出现碳质泥岩或煤层。根据沉积特征可将混合台地相进一步划分为以下亚相和微相。

1.1.1 潮坪亚相

包括潮上泥坪及沼泽、潮间泥坪、混合坪和砂坪微相沉积, 在潮间下部还可出现潮沟或潮道微相沉积。

潮上泥坪及沼泽为厚-中厚层灰、深灰和黑色泥岩、碳质泥岩不等厚互层, 偶夹薄层的粉砂岩和粉砂质泥岩。岩石中含较多的碳化植物碎片。水平层理和干裂发育。

潮间泥坪主要由灰、浅灰和褐灰色厚-巨厚层状泥岩夹中-薄层细砂岩、粉砂质泥岩组成。

混合坪在本区形成了一套中-薄层状泥岩、粉

砂岩和砂岩互层的沉积。

砂坪主要形成了一套中-薄层, 局部厚层块状的浅灰、灰色含砾砂岩、砂岩和粉砂岩沉积。

潮沟或潮道多位于潮下或潮间下部, 有时亦可延伸到潮间中、上部, 该环境水动力条件相对最强, 为中-薄层状砾质砂岩、含砾砂岩和粗砂岩等, 与下伏细粒沉积呈突变侵蚀接触, 向上可渐变为潮间正常沉积。

本区潮上和潮间的各种微相沉积在垂向上常共生在一起, 由下向上具有颗粒粒径变小、水体变浅和能量变弱的趋势, 代表了一次低级海平面缓慢下降的过程。沉积旋回底部的侵蚀面多代表一次低级海平面突然变深、能量突然加强的过程, 其顶部的侵蚀面则代表另一次水体突然变深、能量增强的过程。典型的沉积旋回由下至上分别出现潮沟(或潮道)、潮间砂坪、潮间混合坪、潮间泥坪和潮上泥坪夹沼泽微相(图1)。

1.1.2 局限台地亚相

局限台地亦有人称之为局限潮下或潮下受限泻湖。该环境位于平均低潮线之下, 正常浪基面之上, 其水体循环受到水下隆起(滩或礁)的限制, 盐度大、能量低, 主要为一套细粒夹蒸发岩类的沉积物。该环境中, 陆源物质供应较为丰富, 但由陆向海方向, 陆源物质供应逐渐减少, 碳酸盐沉积增多。因此, 根据沉积物特征又可将局限台地进一步划分为浑水局限台地、混合局限台地和清水局限台地等

* 本文得到国家项目 96-111-03-10-01-02 资助

收稿日期: 2001-06-04

多种微相。

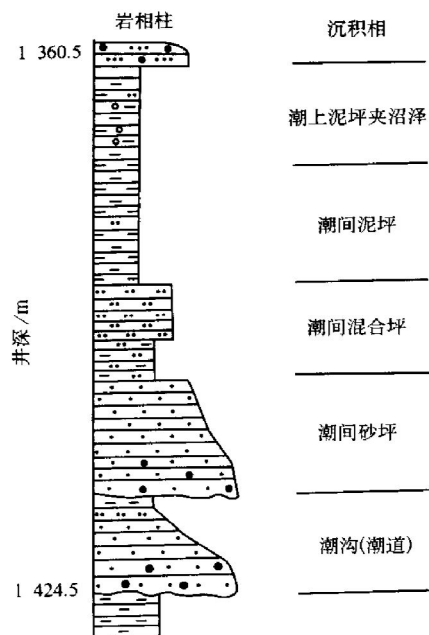


图1 石炭系潮间-潮上沉积特征(玛401井)

Fig. 1 characteristics of intertidal-supratidal deposits in Carboniferous(Ma 401 Well)

浑水局限台地位于向陆一侧,由于陆源供应丰富,主要形成一套以褐灰、灰褐和灰色泥岩、膏质泥岩、膏岩、膏质粉砂岩、粉砂质泥岩和粉砂岩为主的膏质泥坪沉积。陆源碎屑分选、磨圆较差;岩石多为厚-巨厚层状,局部中-薄层状;偶见生物化石,水平层理、脉状层理、透镜状层理;塑性变形构造常见;膏质结核发育。粉砂岩和膏质粉砂岩底部见弱的冲刷侵蚀面。

随着陆源供应物的减少,浑水局限台地向海一侧,逐渐过渡为混合局限台地。混合局限台地主要形成一套以褐灰、灰色泥质灰岩、膏质泥岩、膏质泥灰岩夹膏岩为主的膏质泥灰坪沉积或以灰色泥质泥晶白云岩、生物屑泥晶白云岩、膏质泥粉晶白云岩为主的膏质泥云坪,后者含少量个体细小的腕足,水平层理、生物扰动构造发育。

如果局限台地内陆源供应稀少,则混合局限台地转变为清水局限台地。清水局限台地形成以褐灰、灰色泥晶灰岩(膏质)泥晶灰(云)岩、白云质泥晶灰岩、灰质泥晶白云岩为主夹膏岩、泥质泥晶灰岩、粉屑泥晶灰(云)岩、粉屑灰岩的膏质灰坪、灰云坪、云灰坪沉积。局部含生物屑泥晶灰岩。水平层理、生物扰动、变形构造发育。脉状层理和干裂偶见;云灰坪中局部见灰色钙质泥岩,发育水平层理。灰云坪及云灰坪多在能量较弱的滩体基础上发育起来,表明形成时水动力条件相对较弱、蒸发作用

不强、盐度较低(图2)。

膏质泥坪、膏质泥灰(云)坪、(膏质)灰(云)坪、云灰坪几种微相在垂向上可依次或渐变出现。

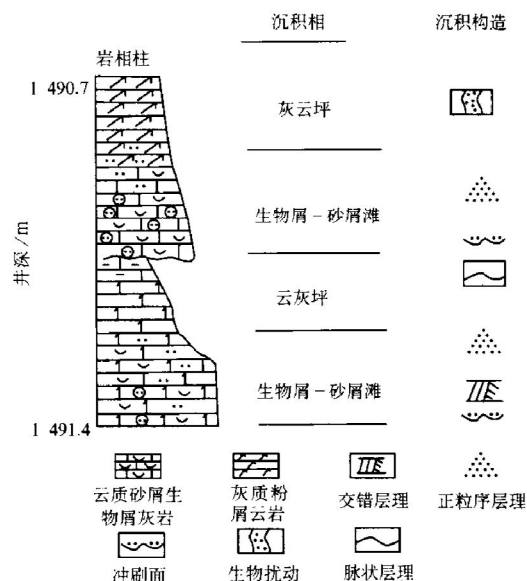


图2 云灰坪与灰云坪沉积组合类型及特征(玛8井)

Fig. 2 Characteristics and types of dolomite-lime flat and lime-dolomite flat deposits(Ma 8 Well)

1.1.3 台内滩亚相

是台地内部隆起地区的一个沉积体,位于浪基面附近,受到较强水动力条件的改造,主要是一套以粒屑灰岩为主的沉积。岩石多为灰-浅灰色含泥粉屑泥晶灰岩、泥-亮晶粉屑灰岩、膏质粉屑生物屑灰岩和生物屑质泥晶灰岩等,呈不等厚互层。其中颗粒以生物屑和内碎屑为主,生物屑含量一般10%~45%,以棘屑、腕足、腹足和苔藓常见,破碎-完整;内碎屑含量一般10%~20%,多由粉屑级大小的泥晶灰岩、藻泥晶灰岩组成,砾屑和砂屑较多;此外,还有少量的陆源粉屑石英(<5%)、石膏(<5%)和硅质组分(<3%)。岩石中普遍含5%~20%的陆源粘土泥。小型交错层理、冲刷侵蚀面、正粒序层理、生物扰动和膏质结核常见。典型的岩性组合或沉积类型如图3所示。

该类型的单个滩体厚一般数10厘米至数米不等,常与滩间洼地沉积不等厚相伴出现。其下部常为滩,主要由粒屑灰岩组成,底为一冲刷侵蚀面,侵蚀面之上含有下伏地层岩性组成的砂砾屑,颗粒分选与磨圆中等,泥、亮晶填隙物均有分布;中、上部为滩间洼地沉积,较薄,主要由泥质泥晶灰岩、生物屑质泥晶灰岩、泥晶灰岩和泥质灰岩等组成,发育水平层理、生物潜穴,见沙纹层理。由下向上,该组合总体具有颗粒减少、粒径变小、灰泥增多、亮晶减

少的趋势。这一组合代表了一次较低级的海平面

垂向上多次叠加,导致滩体高能和滩间低能沉积频繁互层出现。

1.1.4 开阔台地亚相

当台内无大型水下隆起(滩或礁),或台内水面开阔,或是水下隆起的向海一侧,此环境中水体循环良好、盐度正常、能量低,皆属于开阔台地。本区石炭系开阔台地主要为一套碳酸盐及碎屑岩类的过渡沉积。按沉积特征又可将其分为浑水开阔台地(泥坪)、混合开阔台地(泥灰坪)和清水开阔台地(灰坪)3类。它们的沉积特征类似于局限台地内的浑水局限台地、混合局限台地和清水局限台地的沉积,不同的仅是沉积物中缺少或没有蒸发岩类及蒸发性矿物。

综上所述,混合台地沉积相由岸向海方向依次发育潮坪、局限台地、台内滩、开阔台地亚相(图4)。应当指出,当台地内有水下隆起(滩、生物礁)的存在时,可发育上述的所有相带,并且在垂向上依次出现。但当无水下隆起或台内开阔时,则可缺少局限台地和台内滩亚相,使得潮上、潮间和开阔台地内的泥灰坪和灰坪在垂向上依次出现。

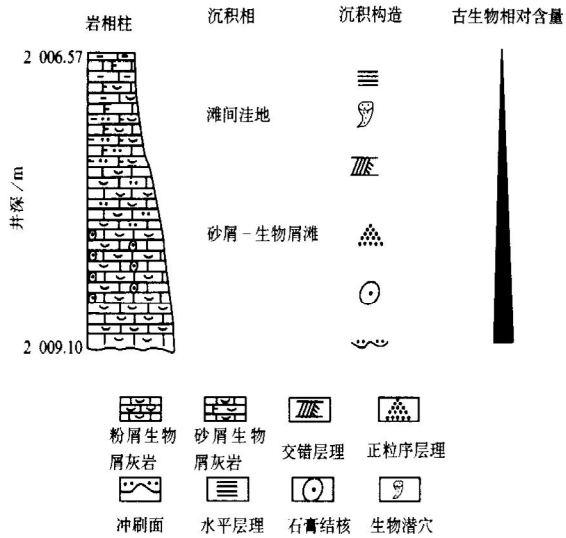


图 3 石炭系台内滩沉积特征(玛 401 井)
Fig. 3 Characteristics of internal platform beach deposits in Carboniferous(Ma 401 Well)

升降变化。快速的海侵作用形成冲刷侵蚀面和各种颗粒,随着能量的降低,沉积物变细、颗粒减少和灰泥的增多,使得较高能滩体转化为低能滩间洼地沉积,这样便完成了一次滩体的演化过程。随着频繁的海进、海退过程的进行,使得这种沉积旋回在

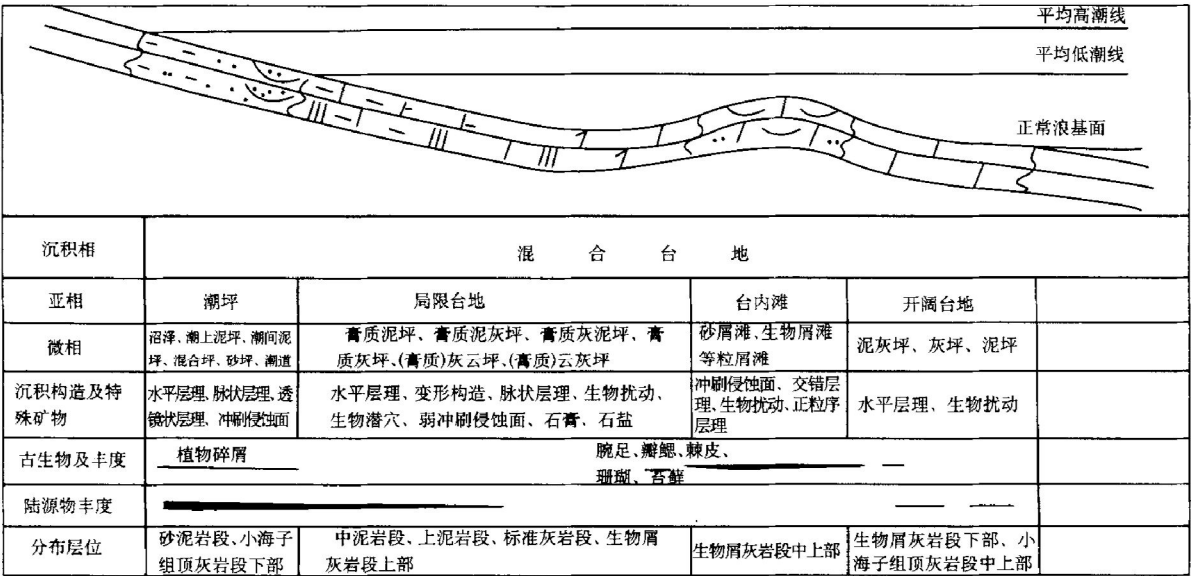


图 4 和田河气田石炭系混合台地沉积相模式

Fig. 4 Model showing mixed platform depositional facies of Carboniferous in Hetian River Gasfield

1.2 碎屑滨岸相

本区的碎屑滨岸沉积仅分布在石炭系砂砾岩段中,可进一步划分为后滨、前滨和临滨亚相。

1.2.1 后滨亚相

分布在石炭系砂砾岩段的下部,主要是一套较为细粒的碎屑岩,多为浅灰、灰和灰绿色泥岩、粉砂质泥岩和砂岩不等厚互层。砂岩中颗粒组分以石

英和沉积岩岩屑、浅变质岩岩屑为主,长石极少,分选中等、磨圆较好,属于细-中粒岩屑砂岩和岩屑石英砂岩,填隙物中粘土泥和连晶方解石均有,但分布不均。偶见碳化植物碎片。正粒序层理和冲刷侵蚀面常见,砂岩和粉砂质泥岩中见少量交错层理、沙纹层理。其中的砂岩层是在特大高潮期间由波浪堆积起来的一种线状砂体(可称之为海滩脊),底

部具冲刷侵蚀面;泥岩和粉砂质泥岩是线状砂体间低洼积水地带中的产物,发育水平层理。

1.2.2 前滨、临滨亚相

前滨、临滨亚相是海滩沉积的主体,但二者不易区分,分布在石炭系砂砾岩段的中、上部。多为灰-浅灰色细-中砾岩、含砾粗粒岩屑砂岩、细-中粒石英砂岩和岩屑石英砂岩等岩性组成。颗粒粒径多具双粒度级。粗粒级为中-细砾石,含量一般10%~60%,主要由多晶石英、燧石和泥晶石灰岩等岩性构成;细粒级部分为砂质,成分主要为单晶石英,局部发育较多的浅变质岩和沉积岩岩屑。分选中等,磨圆好;成分成熟度中等-低,局部高。填隙物以连晶方解石胶结物为主,硅质胶结物和粘土泥较少。植物碎片和海相化石较少;冲刷侵蚀面、平行层理、板状层理和交错层理发育,正粒序层理常见,局部具叠瓦状排列(图5)。

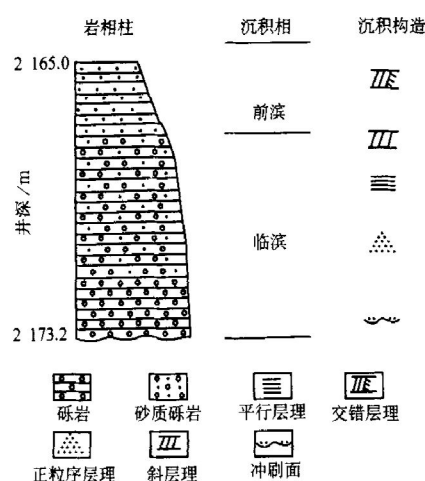


图5 石炭系前滨-临滨沉积特征(玛401井)

Fig. 5 Characteristics of foreshore-shoreface deposits in Carboniferous (Ma 401 Well)

这种沉积旋回厚一般0.5~8.2 m,中、下部为临滨,底部具冲刷侵蚀面,上部为前滨。由下至上,随沉积颗粒粒径的变小,沉积构造规模也随之变小。代表了一次较低级海平面变化,中、下部水体相对较深,位于浪基面附近,水动力条件强,上部水体浅,能量较弱。这种旋回的沉积在砂砾岩段中多次叠加出现,表明有多次的海平面升降。

1.3 浅海(陆棚)相

分布在石炭系下泥岩段,岩石多为褐、灰和灰褐色中厚-巨厚层泥岩夹灰、浅灰色的粉砂岩和泥质粉砂岩。泥岩中水平层理发育,粉砂岩和泥质粉砂岩底部常具弱冲刷侵蚀面,表明属于能量较低环境下的产物。该套地层下部为滨岸砂砾屑滩,而其

上部为一套开阔静浅水的碳酸盐岩沉积,因此,根据层序特征及海平面升降变化趋势可认为石炭系下泥岩段应是浅海环境中的产物。随着陆源供应物的减少,碎屑岩沉积逐渐演化为生物屑灰岩段下部的碳酸盐岩沉积。

由此可见,石炭系的砂砾岩段和下泥岩段是一次较大规模海平面上升阶段的产物(即海侵沉积),总体具有下粗上细的沉积特征。

2 演化

研究表明,该区沉积相在其纵向上的演化过程主要受到区域构造运动和海平面升降变化的影响。奥陶纪末期,由于受到加里东运动的影响,地壳抬升,区内遭受到不同程度的风化剥蚀作用,一直持续至泥盆纪末^[1]。石炭纪在中-晚海西运动的影响下,区内发生了一次大规模的海侵海退作用,同时,伴随有多次次一级的海平面升降。该时期内,陆源碎屑供应丰富,干燥和潮湿气候间互出现,形成了一套碎屑岩与碳酸盐岩互层并夹有膏岩层和碳质泥岩层的滨浅海和混合台地沉积。

2.1 巴楚期

早石炭世巴楚早期,缓慢的大规模海侵作用使得区内基本处于高潮线与浪基面之间,水动力条件强,持续时间长,波浪和潮汐作用对早期风化产物及河流注入物进行长期的改造,形成了一套砂砾质滨岸沉积,较低级海平面的多次变化,构成多旋回沉积组合;早石炭世巴楚中期,随着海平面持续上升,区内水体总体位于正常浪基面之下,能量低,仅间歇受到风暴浪的改造作用,形成了一套浅海细粒碎屑岩;早石炭世巴楚晚期,区内海平面继续上升,物源区后退,陆源物质供应减少,早期浑水浅海渐变为清水浅海或清水开阔台地环境,形成了一套以细粒碳酸盐为主的沉积。由于碳酸盐加积速度快,在短时期内使沉积物表面位于浪基面附近。此后发生海退,海退早期,较强的波浪作用将早期碳酸盐沉积物(岩)和生物破碎,形成各种颗粒,并近原地堆积下来构成台内地貌隆起的台内滩(多为生物屑滩)。

2.2 卡拉沙依期

早石炭世卡拉沙依期继承了巴楚末期大规模的海退过程,该海退一直持续至卡拉沙依期末。在这次大规模的海退过程中又叠加了多次较小规模的快速海侵和缓慢海退过程。

第一次缓慢海退过程形成了中泥岩段,此期间,区内陆源细粒碎屑注入丰富,同时,由于水下隆起(台内生物屑滩)的阻挡作用,导致水体咸化、盐度高,形成浑水局限台地环境,沉积了一套膏质泥坪地层。

第二次快速海侵和缓慢海退过程形成了标准灰岩段、上泥岩段和砂泥岩段下部地层。标准灰岩段形成时期的快速海侵作用使得区内水体相对较深,能量低,因距物源较远,陆源供应物极少,沉积物以细粒碳酸盐为主。同时,其沉积环境继续受到局限,水体咸化,形成清水局限台地环境中的膏质灰坪微相沉积。随着海退作用的到来,水体变浅,细粒陆源物供应增加,区内逐渐演化为浑水局限台地环境,形成浑水受局限台地环境中的膏质泥坪微相。砂泥岩段地层形成时期海侵和海退幅度不大,水体不深,基本位于低潮线之上,水体能量在平均低潮线附近最高,向上减弱。此过程中,气候较为潮湿,适于植物的生长与发育,因此有碳质泥岩和煤层的出现;同时,无强的局限和蒸发作用,水体盐度基本正常,细粒陆源物质供应丰富。形成了一套受潮汐作用控制的多旋回的潮间-潮上沉积。

2.3 小海子期

晚石炭世小海子期,区内又发生了一次较大规模的海侵过程。其海侵过程中伴随有两次小规模

的海侵过程。其海侵过程中伴随有两次小规模

3 结论

石炭系的砂砾岩段和下泥岩段是一碎屑滨浅海环境下的产物,由一套总体向上变细的碎屑岩构成;石炭系下泥岩段以上地层主要为混合台地内沉积,形成了一套碎岩与碳酸盐岩互层并夹有膏岩层组成的地层,包括陆源碎屑潮坪、局限台地、台内滩及开阔台地亚相。当台地内有水下隆起存在时,由岸向海可发育上述的所有相带,并且在垂向上依次出现。但当无水水下隆起或台内开阔时,则可缺少局限台地亚相,使得潮坪亚相和开阔台地亚相在垂向上依次出现。

在中、晚海西运动的影响下,由于大规模的海侵海退作用及次一级海的平面升降与物源供应的影响,石炭系经历了由碎屑滨浅海环境向混合浅水台地环境的演化。

参 考 文 献

- 1 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997

CHARACTERISTICS AND EVOLUTION OF CARBONIFEROUS SEDIMENTARY FACIES IN HETIAN RIVER GASFIELD

Jiang Yuqiang¹ Wang Xingzhi¹ Zhou Xingyuan² Tao Yanzhong¹ Wang Zhaoming² Sheng Xiaoli¹

(1. Southwest Petroleum Institute, Nanchong, Sichuan; 2. Tarim Oilfield Company, Korla, Xinjiang)

Abstract: The Carboniferous System in Hetian River Gasfield was mainly formed of a set of interbedded clastic rocks, carbonate rocks as well as interbedded gypsum, mixed platform shore clastic and shelf facies. The mixed platform could be divided into tidal, limited platform, beach, open platform subfacies. When the beach existed, all the subfacies would occur from the shore to sea direction; in reverse, the limited platform and intraplatform subfacies would absent. But in early Carboniferous, it was formed by clastic shore-shelf deposits. Carboniferous System in the area underwent the evolution of shore-shelf to mixed platform resulted from the middle-late Hercynian tectonic movement, showing a large scale of ingressior-regression cycle from Bachu, Karashayi stages to Xiaohaizi stage in the Carboniferous Period.

Key words: sedimentary facies; shore-shelf; mixed platform; evolution; Carboniferous System; Hetian River Gasfield